

## EFECTO DEL CONTENIDO DE LA FASE INORGÁNICA SOBRE LAS PROPIEDADES DE HINCHAMIENTO DE COMPÓSITOS DE LODO ROJO Y POLIACRILAMIDA

*Arnaldo Ramírez<sup>1</sup>\*, José Luis Prin<sup>1</sup>, Leonir Gómez<sup>2</sup>, Blanca Rojas de Gáscue<sup>1</sup>, Alejandro J. Müller<sup>3</sup>*

1: Laboratorio de Polímeros, Instituto de Investigaciones en Biomedicina y Ciencias Aplicadas, IIBCAUDO “Susan Tai”, Universidad de Oriente. Cumaná. Venezuela.

2: Centro de Investigación de Materiales “Dr. Mokka Rao” (CIMAT), Universidad Nacional de Guayana. Puerto Ordaz. Venezuela.

3: Grupo de Polímeros USB, Departamento de Ciencia de los Materiales, Universidad Simón Bolívar. Caracas. Venezuela.

\* E-mail: blanca\_gascue@yahoo.com

**RESUMEN**

Se estudió el efecto del contenido de la fase inorgánica sobre el hinchamiento de compósitos sintetizados mediante una polimerización por adición a partir de acrilamida (AAM) y lodo rojo (LR). Para esto se varió la concentración de LR empleada en la síntesis utilizando suspensiones de hasta un 3 % m/V de LR. Se obtuvo un máximo en el índice de hinchamiento (Hp) cuando la concentración de LR fue 0,06 % m/V; para concentraciones más altas el Hp disminuyó gradualmente. Los resultados obtenidos se explican en función de la competencia entre el carácter hidrófilo del LR y su capacidad potencial para formar puntos de entrecruzamiento en el material.

**Palabras Claves:** *Compósitos, Hidrogel, Lodo Rojo, Hinchamiento.*

**ABSTRACT**

We studied the effect of the inorganic phase content on the swelling of composites synthesized by addition polymerization from acrylamide (AAM) and red mud (LR). The LR concentration was varied in the synthesis using different suspensions up to 3 % m/V of LR. A maximum was obtained in the index of swelling (Hp) for a concentration of 0,06 % m/V of LR; for higher concentrations Hp gradually decreased. Results are explained in terms of the competence between the hydrophilicity of the LR and its ability to form crosslinking points in the material.

**Keywords:** *Composite, Hydrogel, Red Mud, Swelling.*

**1. INTRODUCCIÓN**

Un compósito es un material formado por la unión de dos o más materiales con características distintas bien definidas, que busca obtener una combinación de propiedades que no es posible alcanzar en los materiales individuales, en este sentido la utilización de arcillas a escala micrométrica y nanométrica en una matriz orgánica ha demostrado ser una estrategia eficaz para mejorar las propiedades mecánicas y de hinchamiento de los hidrogeles (HG) [1], y especialmente la arcilla puede mejorar la capacidad del hidrogel para su interacción con iones metálicos. El lodo rojo (LR) es un material que se obtiene como desecho del proceso de producción de la Bauxita y se ha convertido en un problema de carácter mundial por las grandes cantidades generadas (aproximadamente por cada tonelada de alúmina producida se generan 0,6 Ton de LR) y por su carácter básico (pH=12). En el siguiente trabajo se estudia el efecto del contenido de LR sobre la capacidad de absorción medida a través del índice de hinchamiento de hidrogeles híbridos o compósitos que tienen como componente orgánico la poliacrilamida.

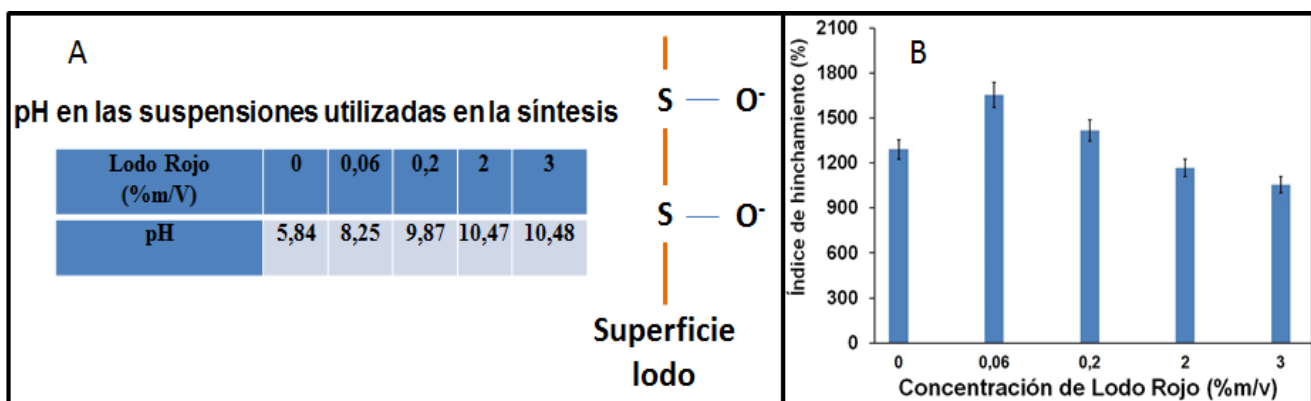
**2. PARTE EXPERIMENTAL**

La síntesis de los compósitos se realizó mediante una polimerización por adición vía radicales libres del monómero (AAM), utilizando como iniciador el persulfato de amonio en presencia de un agente entrecruzante (N´N´metilen-bisacrilamida), todo ello en una suspensión de LR y agua desionizada: la concentración de LR en las suspensiones se incrementó desde 0 hasta 3 % m/V y bajo agitación por ultrasonido a 55 °C durante 3 h. Al finalizar la reacción, los compósitos fueron cortados en discos y sometidos a purificación mediante lavados sucesivos en agua desionizada. El índice de hinchamiento (Hp) en equilibrio se determinó gravimétricamente utilizando la ecuación:  $Hp = (W_s - W_d) / W_d * 100$ , donde  $W_s$  es la masa del HG húmedo en equilibrio y  $W_d$  es la masa del xerogel.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En trabajos previos se ha presentado la caracterización del LR y su potencial para utilizarse en la síntesis de compósitos: tiene un tamaño de partícula entre 2-10  $\mu\text{m}$  y minerales de Fe, Si y Al como componentes mayoritarios [2]. En la figura 1A se presenta el pH de las suspensiones medido antes de iniciar la polimerización, los valores son indicativos de la carga superficial que tienen las partículas de LR en ese momento. Varios autores han reportado un punto de carga cero (pHz) para el LR a un pH aproximadamente de 8,3 [3]. Por encima de este valor de pH las partículas de LR adquieren una carga superficial negativa producto de su interacción con los iones oxidrilos del agua (ver figura 1A, la letra S corresponde a los átomos de Fe, Si o Al). Basado en esto se plantea que en los compósitos obtenidos debe estar presente una interacción química entre los grupos superficiales del LR y los átomos de hidrógeno del grupo amida de la AAm (los cuales tienen carga parcialmente positiva), así mismo se propone que las partículas de LR pueden estar actuando como puntos de entrecruzamiento entre las cadenas, al combinarse con los grupos amida.

En la figura 1B se presenta la dependencia del Hp en equilibrio con la concentración de LR en las suspensiones utilizadas en la síntesis. Se observa lo siguiente: el Hp se incrementó al incorporar el LR desde un valor de  $1290 \pm 60$  % para el HG de poli(acrilamida) hasta un máximo de  $1650 \pm 40$  % para el compósito sintetizado a una concentración de 0,06 % m/V de LR. Aunque concentraciones pequeñas de LR, aumentaron el Hp respecto al hidrogel de poli(acrilamida), las concentraciones  $\geq 2$  % m/V hicieron que la capacidad para absorber agua se redujera hasta alcanzar  $1050 \pm 90$  % para el compósito con 3% m/V de LR. El Hp de los hidrogeles está determinado por un balance entre dos fuerzas: 1) la afinidad química de las cadenas de polímero hacia el solvente (hidrofilicidad) y 2) la fuerza retráctil de la red que es directamente proporcional a la densidad de entrecruzamientos en el material. Por lo tanto a bajas concentraciones de LR se observa una prevalencia del carácter hidrofílico del mismo sobre el Hp; pero a medida que se incrementa el contenido de LR la absorción de agua empieza a estar limitada, lo que pareciera corroborar que, el incremento de LR está favoreciendo la presencia de puntos de entrecruzamiento. Este tipo de tendencia también ha sido reportada en nanocompósitos de poliacrilamida y montmorillonita [4] y en nanocompósitos de poliacrilamida y laponita [5].



**Figura 1.** A) pH de las suspensiones presíntesis y carga superficial del LR (la letra S corresponde a los átomos de Fe, Si o Al). B) Hp en función de la concentración de LR en las suspensiones utilizadas (barras representan 5% de error).

### 4. REFERENCIAS

- [1]. Haraguchi K y Takehisa T. *Adv. Mater.* 2002; 14 (16):1120-1124.
- [2]. Ramírez A, Prin J, Gómez L, Rojas de Gácue B, Müller A. "Síntesis y Propiedades de Hinchamiento de un Compósito de Acrilamida-co-Ácido Itacónico y Lodo Rojo". En: Proceedings del XIII SLAP 2012. Bogotá (Colombia): 2012, p.840-843.
- [3]. Genç H, Tjell J, McConchie D, Schuiling O. *J. Colloid Interface Sci.* 2003; 264: 327-334.
- [4]. Mahdavinia G, Marandi G, Pourjavadi A, Kiani G. *J. Appl. Polym. Sci.* 2010; 118: 2989–2997.
- [5]. Okay O, Oppermann W. *Macromolecules.* 2007; 40: 3378-3387.